

## ИЗУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМ КРАСИТЕЛЬ-ДЕТЕРГЕНТ ОТ ВРЕМЕНИ ОСВЕЩЕНИЯ

М. МОЛНАР и Я. ХЕВЕШИ

Институт экспериментальной физики и Кафедра биофизики Университета им.  
Аттилы Йожефа, Сегед

(Поступило в редакцию 10 января 1975 г.)

Для *in vitro* моделирования фотосинтезирующих организмов весьма подходящими являются растворы детергентов, содержащие различные органические красители. Зависимость физических а также оптических свойств модельной системы от освещения и особенно от длительности времени освещения указывает меру возможности использования этих систем. В данной работе установлено, что стабильность исследованных систем по мере освещения значительно падает и интенсивность поглощения и люминесценции с ростом времени освещения сильно уменьшается. Очень интересным и отличающимся от остальных является поведение систем, содержащих метиленовый голубой.

Для *in vitro* моделирования фотосинтезирующих организмов оказываются очень подходящими системы краситель-детергент, которые по структуре сходны с структурой хлоропласта [1—3]. При использовании данной модельной системы необходимо знать её поведение и стабильность при различных внешних факторах. Поэтому применяемая модель в ходе исследований подвергается различным внешним воздействиям, так, например, нагревается, хранится длительное время и освещается.

Ранее были исследованы оптические свойства систем краситель-детергент от температуры и длительности хранения в темноте [4, 5]. В данной работе приведены результаты исследования по стабильности модельной системы краситель-детергент в зависимости от освещения.

### *Исследуемые системы и методика исследований*

Состав применяемой модельной системы подробно описан в нашей ранней работе [4]. Исследовали спектры поглощения и люминесценции при различной длительности освещения [5] систем тионин-натрий-лаурилсульфат (Th + SLS), родамин 6Ж-натрий-лаурилсульфат (Rh 6Ж + SLS) и метиленовый голубой-натрий-лаурилсульфат (MB + SLS). Для освещения использовалась лампа накаливания типа TUNGSRAM—LARGIPHOT 125 W. Растворы находились от источника света примерно на 25 см, где интенсивность освещения была 1500 люксов. Растворы держались при постоянной температуре (70 °C), которая во время измерений обеспечивалась с помощью ултратермостата типа U—10 Höppler.

Спектры поглощения измерялись на спектрофотометре CF—4 DR Optica Milano, а спектры люминесценции на спектрофлуориметре ДФС—12.

## Результаты измерений

## 1. Системы Th+SLS

В табл. I приведены основные результаты измерений спектров поглощения и люминесценции. Из данных табл. I видно, что по мере освещения интенсивность поглощения значительно падает, и 96 часовое освещение вызывает полное обесцвечивание при концентрации детергента ниже критической концентрации мицеллообразования (ККМ). При концентрациях выше ККМ происходит 50%-ое уменьшение поглощения после 96 часового освещения. Убывание поглощения красителя объясняется фотохимическим превращением тионина под влиянием освещения.

Таблица I

Значения интенсивности и положения максимумов спектров поглощения и люминесценции системы Th+SLS

| $C_{SLS} \cdot 10^3$<br>(моль/л) | $k(\lambda)_{\text{МАКС}}(\text{CM}^{-1})$ |       |       | $f_q(\lambda)_{\text{МАКС}}(\%)$   |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|
|                                  | $\lambda_{\text{МАКС}}(\text{NM})$         |       |       | $\lambda_{\text{МАКС}}(\text{NM})$ |       |       |
|                                  | Длительность освещения (в часах)           |       |       |                                    |       |       |
|                                  | 0  | 24    | 96    | 0                                  | 24    | 96    |
| 0                                | 0,596                                      | 0,057 | 0     | 100                                | 40,7  | 0     |
|                                  | 597,0                                      | 596,0 | —     | 619,0                              | 621,5 | —     |
| 2                                | 0,208                                      | 0,158 | 0,044 | 53,9                               | 32,3  | 28,3  |
|                                  | 602,0                                      | 600,0 | 600,0 | 622,0                              | 622,0 | 622,0 |
| 2,5                              | 0,291                                      | 0,200 | 0,042 | 58,9                               | 37,0  | 5,1   |
|                                  | 600,0                                      | 600,0 | 600,0 | 621,5                              | 621,0 | 622,0 |
| 3                                | 0,415                                      | 0,288 | 0,040 | 62,6                               | 36,0  | 0     |
|                                  | 601,0                                      | 600,0 | 600,0 | 621,5                              | 620,5 | —     |
| 3,5                              | 0,527                                      | 0,347 | 0,119 | 71,2                               | 48,6  | 31,5  |
|                                  | 601,0                                      | 600,0 | 600,0 | 620,5                              | 620,5 | 621,5 |
| 4                                | 0,583                                      | 0,366 | 0,105 | 81,8                               | 57,2  | 38,3  |
|                                  | 601,0                                      | 600,5 | 603,0 | 620,0                              | 620,0 | 621,0 |
| 6                                | 0,622                                      | 0,520 | 0,204 | 134,9                              | 122,9 | 80,8  |
|                                  | 601,0                                      | 600,5 | 601,0 | 620,0                              | 621,0 | 621,5 |
| 8                                | 0,685                                      | 0,547 | 0,337 | 143,6                              | 134,1 | 103,7 |
|                                  | 600,5                                      | 600,5 | 601,5 | 619,5                              | 619,5 | 621,0 |

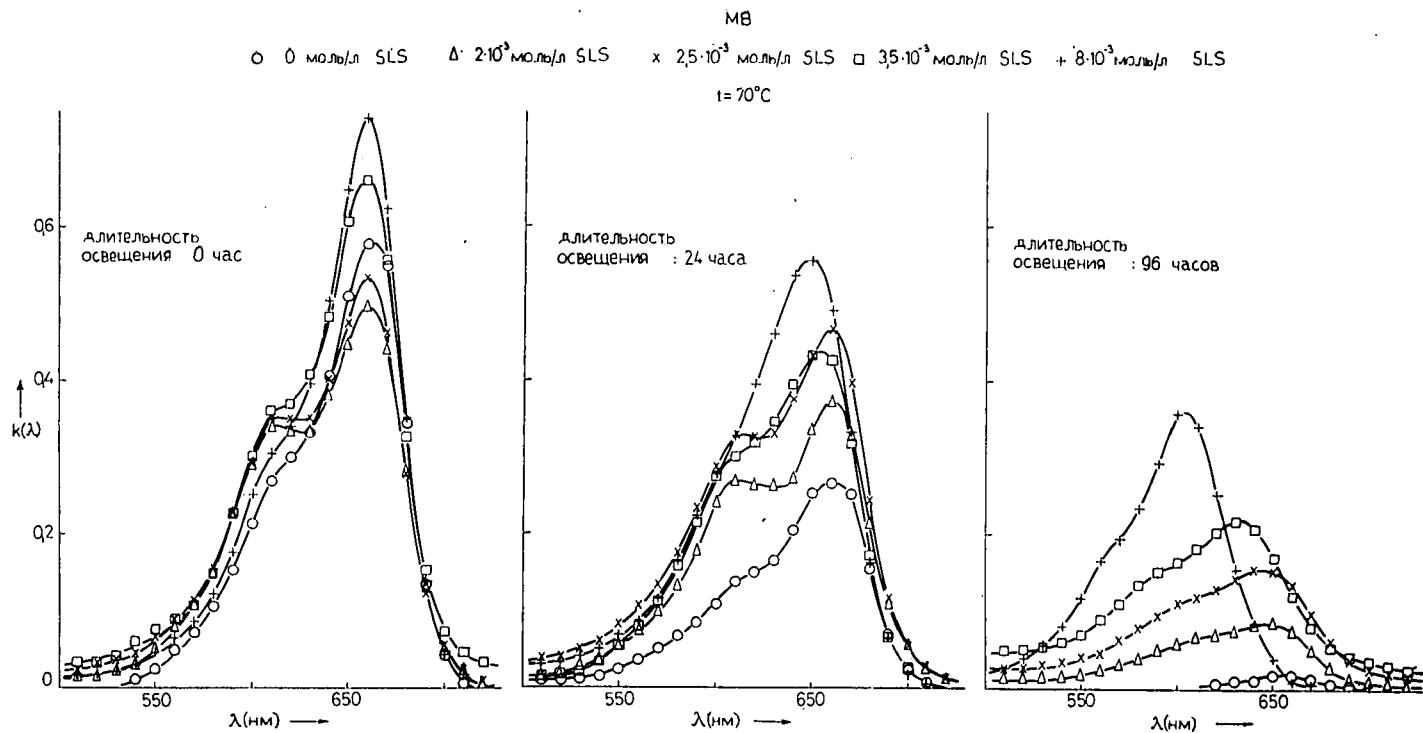
Из табл. I видно также, что более сильно выражена степень уменьшения интенсивности люминесценции и самое меньшее изменение достигает 30%-ов. Из данных спектров поглощения можно было бы ожидать, что при меньших концентрациях детергента тионин потеряет способность излучения. Видно также, что после 96 часового освещения водный раствор тионина и раствор содержащий  $3 \cdot 10^{-3}$  моль/л детергента совсем не показывают люминесценцию.

## 2. Системы Rh 6Ж + SLS

По данным измерений спектров поглощения и люминесценции систем Rh 6Ж + SLS (табл. II) под влиянием освещения видно, что после 24 часового освещения интенсивность поглощения незначительно растёт, потом под влия-

Таблица II  
Значения интенсивности и положения максимумов спектров поглощения  
и люминесценции системы Rh 6Ж + SLS

| $C_{SLS} \cdot 10^3$<br>(моль/л) | $k(\lambda)_{\text{МАКС}}(\text{CM}^{-1})$ |       |       | $f_q(\lambda)_{\text{МАКС}}(\%)$   |       |       |
|----------------------------------|--|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|
|                                  | $\lambda_{\text{МАКС}}(\text{НМ})$         |       |       | $\lambda_{\text{МАКС}}(\text{НМ})$ |       |       |
|                                  | Длительность освещения (в часах)           |       |       |                                    |       |       |
|                                  | 0  | 24    | 96    | 0                                  | 24    | 96    |
| 0                                | 0,819                                      | 0,837 | 0,776 | 100                                | 119,5 | 142,6 |
|                                  | 527,0                                      | 525,5 | 524,0 | 553,5                              | 549,5 | 544,5 |
| 2                                | 0,767                                      | 0,749 | 0,741 | 16,3                               | 8,8   | 12,0  |
|                                  | 534,5                                      | 533,0 | 527,0 | 555,0                              | 553,0 | 551,0 |
| 2,5                              | 0,783                                      | 0,785 | 0,721 | 19,2                               | 14,9  | 22,7  |
|                                  | 535,0                                      | 533,0 | 529,0 | 557,5                              | 555,5 | 551,0 |
| 3                                | 0,794                                      | 0,810 | 0,726 | 35,9                               | 23,4  | 30,4  |
|                                  | 534,0                                      | 533,0 | 529,0 | 559,5                              | 557,5 | 557,0 |
| 3,5                              | 0,822                                      | 0,819 | 0,750 | 45,9                               | 32,2  | 38,5  |
|                                  | 534,0                                      | 533,0 | 529,5 | 559,5                              | 558,5 | 557,0 |
| 4                                | 0,826                                      | 0,839 | 0,730 | 61,3                               | 45,8  | 49,9  |
|                                  | 534,0                                      | 532,5 | 526,5 | 558,0                              | 558,5 | 556,0 |
| 6                                | 0,847                                      | 0,879 | 0,825 | 71,9                               | 71,9  | 73,4  |
|                                  | 534,0                                      | 532,0 | 530,5 | 557,0                              | 557,5 | 556,5 |
| 8                                | 0,844                                      | 0,883 | 0,855 | 74,4                               | 72,4  | 78,7  |
|                                  | 534,0                                      | 532,0 | 530,5 | 556,0                              | 556,5 | 555,5 |



нием более длительного освещения — уменьшается. Положение максимумов спектров поглощения и люминесценции по мере освещения сдвигаются на 3—9 нм в сторону коротких длин волн.

### 3. Системы MB+SLS

На рис. 1 показаны спектры поглощения этих систем в зависимости от времени освещения. Видно, что водный раствор MB под влиянием длительного освещения полностью обесцвечивается. Значительно уменьшается интенсивность поглощения растворов, содержащих детергент, однако степень убывания интенсивности поглощения с ростом концентрации детергента SLS уменьшается.

На рис. 1 хорошо видно, что положение максимума  $\alpha$ -полосы сильно сдвинуто в сторону коротких длин волн. Значение смещения этой полосы под влиянием освещения с ростом концентрации детергента увеличивается. Зависимость значения сдвига от концентрации детергента объясняется довольно сильным взаимодействием метиленового голубого и детергента.

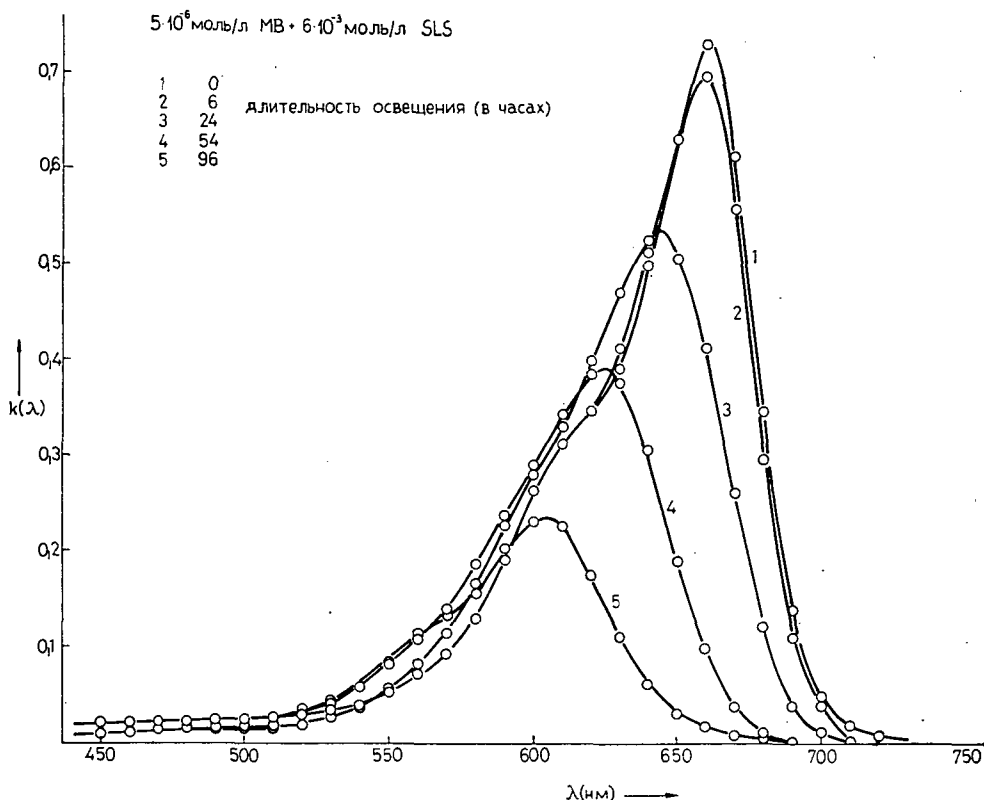


Рис. 2

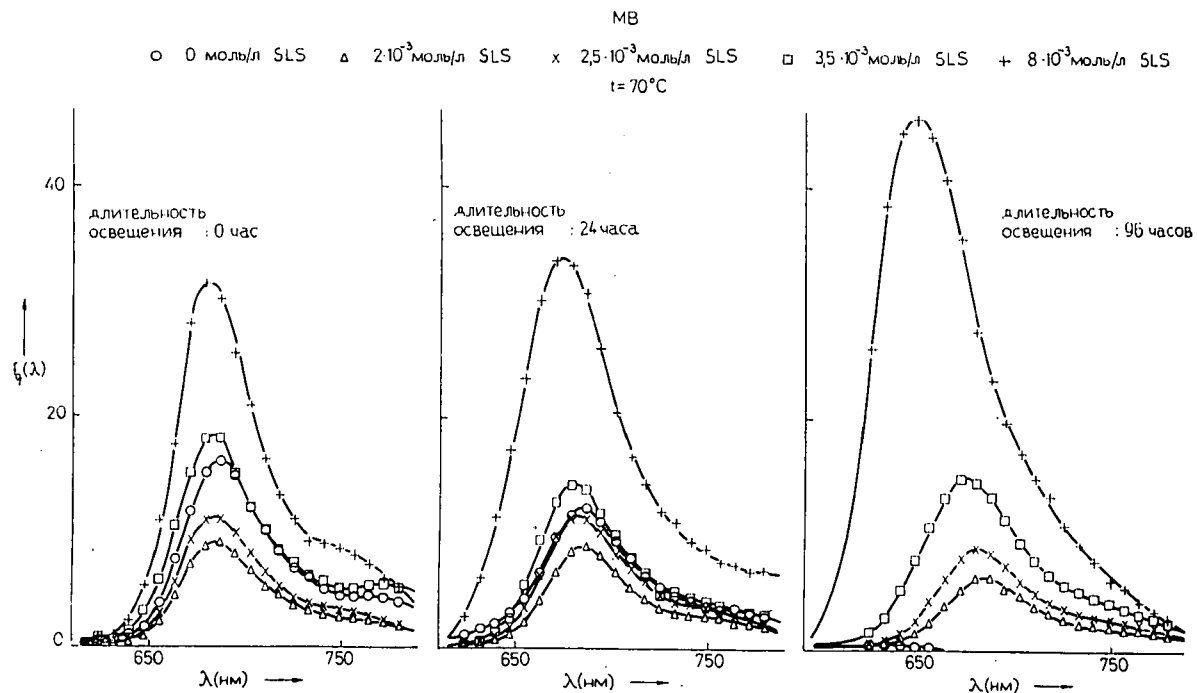


Рис. 3

Рис. 2 показывает положение и интенсивность  $\alpha$ -полосы растворов MB, содержащих  $6 \cdot 10^{-3}$  моль/л SLS в зависимости от времени освещения. Хорошо видно, что под влиянием освещения происходит примерно 60%-ое уменьшение и спектры на 55 нм сдвинуты в сторону коротких длин волн.

Изменения спектров люминесценции под влиянием освещения для систем MB+SLS показаны на рис. 3. Видно, что при концентрациях детергента ниже ККМ происходит значительное уменьшение интенсивности люминесценции. В случае растворов содержащих  $8 \cdot 10^{-3}$  моль/л (и  $6 \cdot 10^{-3}$  моль/л) SLS интенсивность люминесценции под влиянием освещения возрастает. Видно также, что при увеличении концентрации детергента положения максимумов люминесценции смещены в сторону более коротких волн.

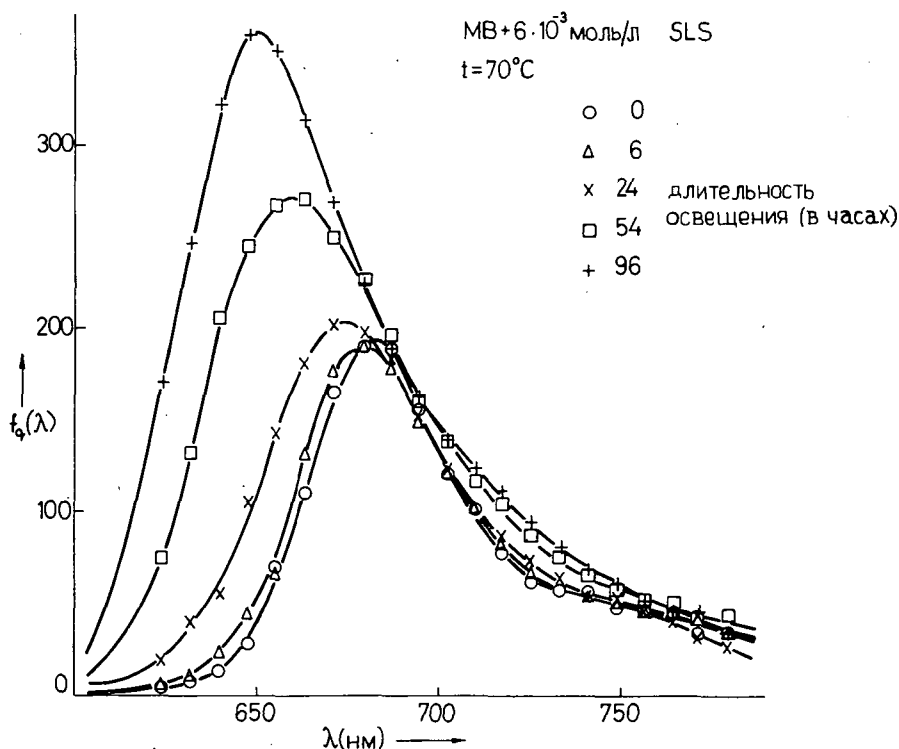


Рис. 4

Изменения люминесценции растворов MB содержащих  $6 \cdot 10^{-3}$  моль/л SLS под влиянием освещения показаны на рис. 4. Хорошо видно, что с увеличением длительности освещения возрастает способность к излучению и увеличивается сдвиг максимумов люминесценции в сторону коротких длин волн. После 96 часового освещения происходит примерно 100%-ое возрастание интенсивности люминесценции и 34 нм-ый сдвиг максимума.

**Заключение:** Под влиянием освещения стабильность систем краситель-детергент значительно уменьшается. Сравнительно высокая стабильность под действием освещения наблюдается у системы родамина 6Ж. После длительного освещения растворы тионина и метиленового голубого при концентрациях детергента ниже ККМ обесцвечиваются и практически не показывают люминесценции. Для систем MB+SLS под влиянием освещения характерно смещение положения максимумов поглощения и люминесценции в сторону коротких длин волн. Причиной нестабильности исследованных систем, вероятно, является фотохимическое превращение красителей под влиянием длительного освещения.

#### Литература

- [1] Singhal, G. S., E. Rabinowitch, J. Hevesi, V. Srinivasan: Photochem. Photobiology **11**, 531 (1970).
- [2] Winsor, P. A.: Chem. Rev. **68**, 1 (1968).
- [3] Хевеши, Я., Э. Лехоуки, Э. Балинт: ЖПС. **13**, 458 (1970).
- [4] Molnár, M., J. Hevesi: Acta Phys. Polon. Sci., (in press).
- [5] Hevesi, J., M. Molnár: Acta Phys. et Chem. Szeged **21**, 31 (1975).

#### DEPENDENCE ON ILLUMINATION OF OPTICAL PROPERTIES OF DYE-DETERGENT SYSTEMS

*M. Molnár, J. Hevesi*

Detergent systems containing organic dyes are very useful as models of photosynthesizing organisms. The dependence of the physical (optical) properties of the model system is a measure of the applicability of the system. It could be stated that the stability of the systems studied decreases by illumination, the values of their absorption and luminescence maxima are strongly diminished by increasing the period of illumination. The behaviour of the system containing methylene blue is especially interesting and shows differences with respect to the other systems studied.